

CHƯƠNG 2

GIỚI THIỆU CÔNG NGHỆ JET GROUTING

2.1 TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ JET GROUTING

Công nghệ jet grouting là một công nghệ trộn sâu dạng ướt (wet mixing). Hiện nay nước ta chưa có thuật ngữ khoa học tiếng Việt chính thức để gọi tên công nghệ này. Tạm thời, chúng tôi đề xuất thuật ngữ "khoan phụt vữa cao áp", để phân biệt với các công nghệ khoan phụt sử dụng áp suất thấp hơn (2-10 atm) và cơ chế nút bịt đã có mặt ở nước ta từ nhiều năm nay.

Công nghệ khoan phụt vữa cao áp (KPVCA) được phát minh ở Nhật Bản năm 1970. Sau đó các công ty của ý, Đức đã mua lại phát minh trên và đến nay nhiều công ty xử lý nền móng hàng đầu thế giới hiện nay như công ty Layne Christensen (Mỹ), Bauer (Đức), Keller (Anh), Frankipile (úc) đều có sử dụng công nghệ này. Trải qua hơn ba mươi năm hoàn thiện và phát triển, đến nay công nghệ này đã được thừa nhận rộng khắp, được kiểm nghiệm và đưa vào tiêu chuẩn ở các nước phát triển trên thế giới.

Khoan phụt vữa cao áp là một quá trình bê tông hoá đất. Nhờ có tia nước và tia vữa phun ra với áp suất cao (200- 400 atm), vận tốc lớn (≥ 100 m/s), các phần tử đất xung quanh lỗ khoan bị xói toái ra và hoà trộn với vữa phụt đông cứng tạo thành một khối đồng nhất "Xi măng- đất" - tạm dịch là xi măng- đất.

Ưu điểm của công nghệ KPVKT:

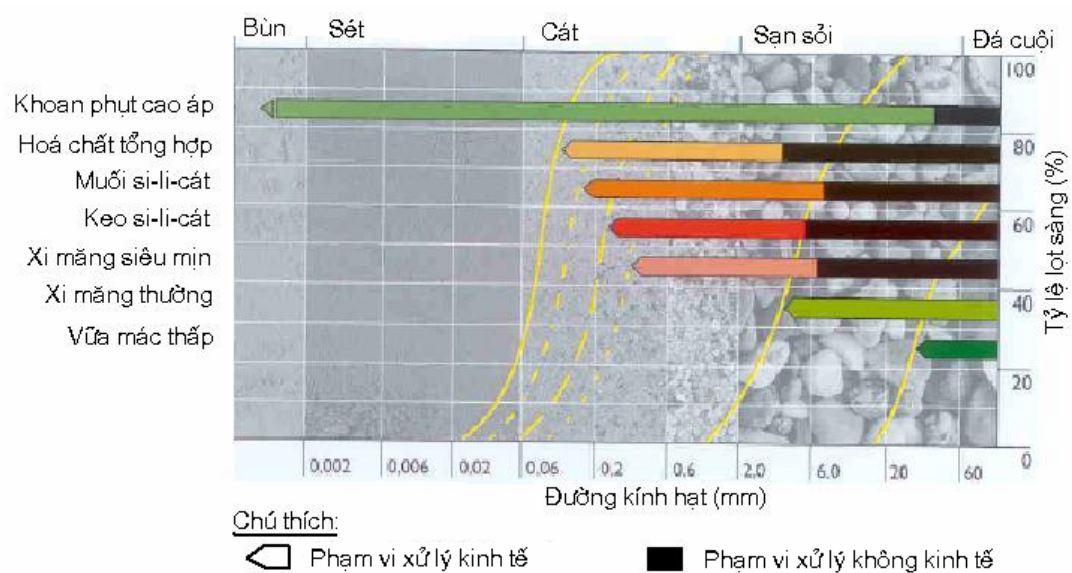
- Phạm vi áp dụng rộng, thích hợp mọi loại đất, từ bùn sét đến sỏi cuội (xem **Hình 27**)
- Có thể xử lý các lớp đất yếu một cách cục bộ, không ảnh hưởng đến các lớp đất tốt.
- Có thể xử lý dưới móng hoặc kết cấu hiện có mà không cần ảnh hưởng đến công trình.
- Thi công được trong nước
- Mặt bằng thi công nhỏ, ít chấn động, ít tiếng ồn, hạn chế tối đa ảnh hưởng đến các công trình lân cận.
- Thiết bị nhỏ gọn, có thể thi công trong không gian có chiều cao hạn chế, nhiều chướng ngại vật.

Nhược điểm của công nghệ KPVKT:

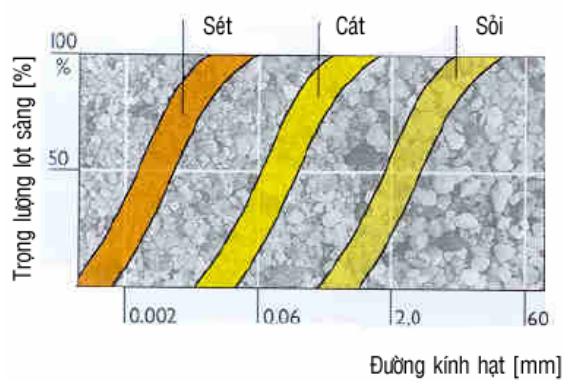
- Có thể gây ra trương nở nền và gây ra các chuyển vị quá giới hạn trong lòng đất. áp lực siêu cao còn có khả năng gây nên rạn nứt nền đất lân cận và tia vữa có thể lọt vào các công trình ngầm sẵn có như hố ga, tầng hầm lân cận.
- Đối với nền đất chứa nhiều túi bùn hoặc rác hữu cơ thì axit humic trong đất có thể làm chậm hoặc phá hoại quá trình ninh kết của hỗn hợp xi măng đất.

Tính chất của Xi măng- đất:

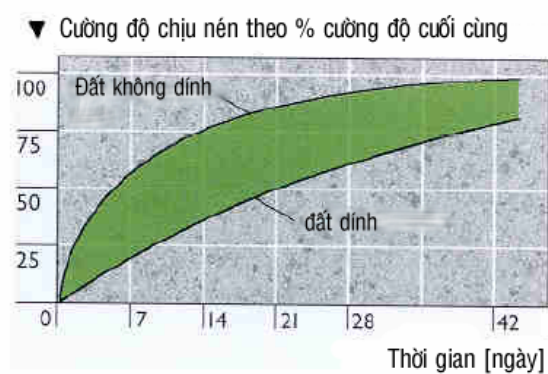
- Xi măng- đất trong đất đóng vai trò ổn định đất và chống thấm.
- Cường độ chịu nén của Xi măng- đất từ $2 \div 25$ N/mm², phụ thuộc vào hàm lượng xi măng và tỷ lệ đất còn lại trong khối Xi măng- đất.
- Hiệu quả chống thấm của Xi măng- đất đạt được bằng cách lựa chọn loại vữa thích hợp, trong trường hợp cần thiết phải cho thêm bentonite.
- Loại vật liệu làm vữa và khối lượng vữa bơm vào, cũng như loại đất và lượng đất còn lại trong khối Xi măng- đất sẽ quyết định tính chống thấm của nó.



Hình 27- So sánh hiệu quả sử dụng KPVCA với các phương pháp khoan phụt hoá chất và khoan phụt xi măng áp lực thấp



Hình 28: Cường độ kháng nén của Xi măng- đất



Hình 29: Biểu đồ phát triển cường độ của Xi măng- đất

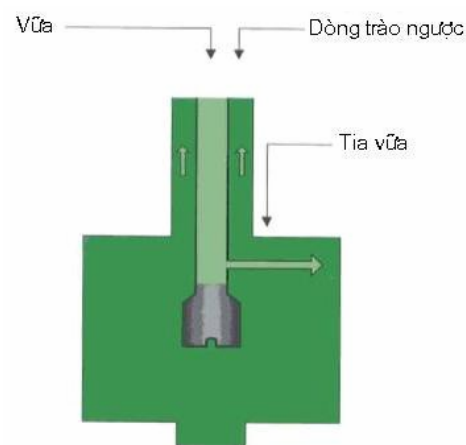
2.1.1 Nguyên lý tạo ra Xi măng- đất:

Xi măng- đất được tạo ra bằng ba cách như sau:

a) Công nghệ đơn pha (Công nghệ S): Vữa phun ra với vận tốc 100m/s, vừa cắt đất vừa trộn vữa với đất một cách đồng thời, tạo ra một cột đất-ximăng đồng đều với độ cứng cao và hạn chế đất trào ngược lên.

Cấu tạo đầu khoan gồm một hoặc nhiều lỗ phun vữa. Các lỗ phun có thể được bố trí ngang hàng hoặc lệch hàng, và có độ lệch góc đều nhau.

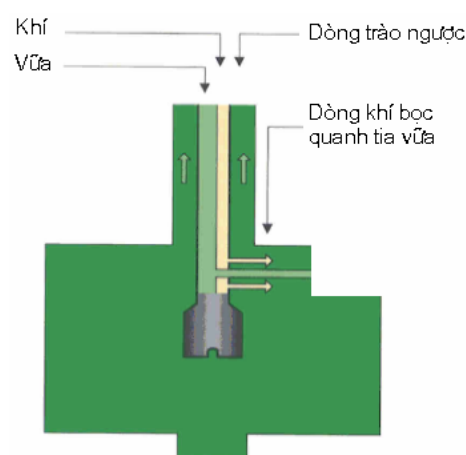
Công nghệ đơn pha dùng cho các cột đất có đường kính vữa và nhỏ (0,5-0,8 m).



Hình 30. Công nghệ S

b) Công nghệ hai pha – (Công nghệ D): Đây là hệ thống phun vữa kết hợp vữa với không khí. Hỗn hợp vữa đất-ximăng được bơm ở áp suất cao, tốc độ 100m/s và được trợ giúp bởi một tia khí nén bao bọc quanh vòi phun. Vòng khí nén sẽ làm giảm ma sát và cho phép vữa xâm nhập sâu vào trong đất, do vậy tạo ra cột đất-ximăng có đường kính lớn. Tuy nhiên, dòng khí lại làm giảm độ cứng của cột đất so với phương pháp phun đơn tia và đất bị trào ngược nhiều hơn.

Cấu tạo đầu khoan gồm có một hoặc nhiều lỗ phun (bố trí ngang hàng hoặc lệch hàng, có độ lệch góc đều nhau) để phun vữa và khí. Khe phun khí nằm bao quanh lỗ phun vữa.

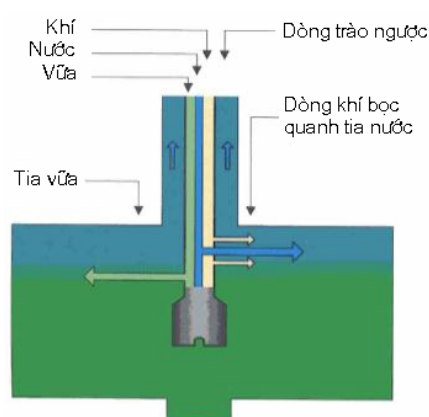


Hình 31. Công nghệ D

Công nghệ hai pha tạo ra các cọc có đường kính lớn hơn công nghệ một pha, có thể đạt tới 1,2-1,5 m.

c) Công nghệ ba pha – (Công nghệ T): Quá trình phun có cả vữa, không khí và nước. Không giống phun đơn pha và phun hai pha, nước được bơm dưới áp suất cao và kết hợp với dòng khí nén xung quanh vòi nước. Điều đó đẩy khí ra khỏi cột đất gia cố. Vữa được bơm qua một vòi riêng biệt nằm dưới vòi khí và vòi nước để lấp đầy khoảng trống của khí. Phun ba pha là phương pháp thay thế đất hoàn toàn. Đất bị thay thế sẽ trào ngược lên mặt đất và được thu gom, xử lý.

Cấu tạo đầu khoan gồm một hoặc nhiều lỗ để phun nước và khí đồng thời và một hoặc nhiều lỗ đơn nằm thấp hơn để phun vữa. Nói chung mỗi cặp lỗ phun khí-nước và vữa đều nằm đối xứng nhau qua tâm trục của đầu khoan. Các cặp lỗ được bố trí lệch góc đều nhau.



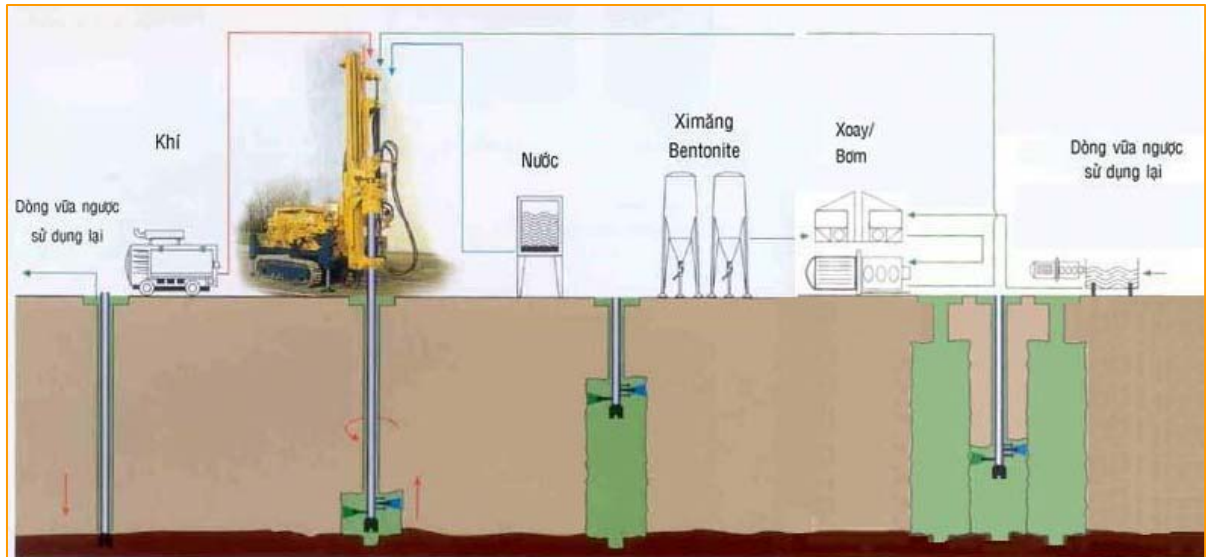
Hình 32. Công nghệ T

Cọc xi măng đất tạo ra bằng công nghệ này có thể đạt đường kính lớn tới 3m.

2.1.2 Quá trình thi công:

a) Thiết bị thi công bao gồm: Dây chuyền thiết bị KPVCA thông thường bao gồm:

- Máy khoan
- Trạm trộn và bơm vữa
- ống dẫn cao áp nối bơm với máy khoan
- Thiết bị điều khiển áp lực, lưu lượng, thể tích bơm, tốc độ xoay, tốc độ rút, chiều sâu khoan



Hình 32. Sơ đồ dây chuyền thiết bị KPVCA

Đường dẫn KPVCA

- Đối với hệ đơn pha: Một đường ống chịu áp lực cao dẫn vữa đến đầu phun.
- Đối với hệ hai pha: Hai đường ống riêng biệt dẫn hai dung dịch (khí và vữa, hoặc nước và vữa) đến đầu phun.
- Đối với hệ ba pha, ba đường ống riêng dẫn nước áp lực cao, khí nén và vữa đến đầu phun.

Các ống nối chịu áp lực cao và đường cáp điều khiển nối máy bơm với máy khoan. Cần khoan dài từ 1,5m đến 3m. Lỗ khoan được nối với rãnh thu để đưa bùn chảy vào vị trí máy hút bùn. Tại đây hỗn hợp nước- đất- xi măng được bơm ra khỏi hiện trường hoặc sử dụng lại.

Hệ thống thiết bị trộn và bơm KPVCA cho các hệ thống KPVCA khác nhau gồm có:

- Đối với hệ đơn pha: thùng chứa xi măng và các vật liệu khác, thiết bị trộn khô, thùng khuấy, bơm vữa cao áp;
- Đối với hệ hai pha (khí): giống như trên và có thêm một máy nén khí.
- Đối với hệ ba pha: giống như hệ hai pha và có thêm một máy bơm nước cao áp.

b) phương pháp Khoan:

Công tác khoan thực hiện bằng công nghệ khoan xoay và xói nước bằng tia thẳng đứng (phân biệt với cơ chế phụt vữa: tia vữa đi ra theo phương nằm ngang), sử dụng loại cần khoan và mũi khoan chuyên dụng.

c) Phương pháp phụt vữa:

Sau khi đưa mũi khoan đến cao độ thiết kế, quá trình phụt vữa bắt đầu. Vữa được phụt qua lỗ phun nằm ở bên thành mũi khoan. Áp suất và vận tốc cao, của tia vữa làm phá vỡ kết cấu của đất và tạo thành thể đất- xi măng. Nhiều kết cấu và kích thước hình học có thể đạt được bằng cách thay đổi các chỉ tiêu phun.

Quá trình nói ở trên tạo thành cột đất bằng cách xoay liên tục ở tốc độ cần thiết và nhấc cần khoan lên dần.

Quá trình phun vữa được thực hiện từ dưới lên trên, vừa phun vừa xoay và rút cần khoan lên. Hỗn hợp đất-nước-xi măng thừa sẽ trào lên mặt đất theo khe hở bên thành hố khoan. Dòng trào ngược là một trong những yếu tố quan trọng phản ánh chất lượng của vật liệu xi măng- đất tạo thành, và do đó cần được lấy mẫu theo một quy trình nhất quán để phân tích, thí nghiệm. Ngoài ra, trong quá trình phụt phải liên tục theo dõi các thông số thiết kế khác như áp suất phụt vữa, lưu lượng vữa tiêu hao, v.v.

d) Hỗn hợp vữa:

Với tất cả các công nghệ S, D và T thì vữa đều có tác dụng phá huỷ đất. Sự hỗn loạn do tia vữa gây ra trong vùng ảnh hưởng có tác dụng trộn đều đất với dung dịch phụt. Trong khi chưa bắt đầu phụt thì phải rót dung dịch giữ vách vào trong lỗ khoan và bổ sung liên tục.

2.2 CÁC ĐẶC TÍNH KỸ THUẬT

Các yếu tố ảnh hưởng đến kết quả gia cố đất bằng khoan phụt cao áp là:

- Loại đất;
- Sức chịu tải;
- Dung trọng;
- Cấp phối hạt;
- Hàm lượng nước;
- Giới hạn Atterbug.

Các thông số cần xác định trong công tác khoan phụt là đường kính cột đất gia cố; tốc độ thi công; tính chất cơ lý của cột đất mới tạo ra; hiệu quả kinh tế. Mỗi thông số ứng với một loại đất ở một vị trí nhất định xác định được qua tính toán. Tuy nhiên, cần phải tiến hành các thử nghiệm tại chỗ nhằm tìm được các thông số thích hợp. Có thể tham khảo bảng 1 dưới đây:

| Kiểu khoan phụt | | 1 pha | | 2 pha | | 3 pha | |
|-------------------------|---------|-------|-----|-------|------|-------|------|
| Thông số | Đơn vị | Min | Max | Min | Max | Min | Max |
| Áp suất tia vữa | MPa | 20 | 60 | 30 | 60 | 3 | 7 |
| Lưu lượng vữa | l/phút | 40 | 120 | 70 | 150 | 70 | 150 |
| Áp suất tia khí | MPa | | | 0.6 | 1.2 | 0.6 | 1.2 |
| Lưu lượng khí | l/phút | | | 2000 | 6000 | 2000 | 6000 |
| Áp suất tia nước | MPa | | | | | 20 | 50 |
| Lưu lượng nước | l/phút | | | | | 70 | 150 |
| Đường kính lỗ phụt vữa | mm | 1.5 | 3 | 1.5 | 3 | 4 | 8 |
| Đường kính lỗ phụt nước | mm | | | | | 1.5 | 3 |
| Đường kính lỗ phụt khí | mm | | | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Tốc độ vòng quay | v/phút | 10 | 25 | 5 | 10 | 5 | 10 |
| Tốc độ rút cần | cm/phút | 10 | 50 | 7 | 30 | 5 | 30 |

Bảng 1- Các thông số kỹ thuật thông dụng

Trình tự tính toán sơ bộ các thông số khoan phụt như sau:

1. Bước đầu tiên là sơ bộ chọn cường độ cột đất sau xử lý. Với thông số đã chọn, kết hợp với biểu đồ kinh nghiệm để hiệu chỉnh lượng xi măng, sau đó xác định lượng xi măng trên một m³ đất phải xử lý. Nếu là vữa khác chứ không phải là vữa xi măng thì phải căn cứ vào kết quả thí nghiệm trong phòng.

2. Chọn đường kính cột đất sẽ tạo ra và tính toán lượng xi măng sẽ dùng.
3. Chọn cấp phối vữa. Cần chú ý đến các thống số cơ bản của vữa phải phù hợp với bơm. Trong trường hợp hỗn hợp chỉ là nước và xi măng, tỉ lệ này sẽ ảnh hưởng đến khả năng bơm cũng như cường độ cột đất gia cố. Tỉ lệ N/X càng cao thì càng dễ bơm nhưng cường độ đạt được lại thấp.
 Khi chọn cấp phối vữa cần quan tâm đến các yếu tố: điều kiện tự nhiên của đất; cấp phối hạt; khả năng thấm và hàm lượng nước.
 - Trong vùng đất có tính thấm lớn, nước trong vữa có thể thoát ra khỏi vùng xử lý, tỉ lệ N/X cần chọn tăng lên.
 - Với đất dính, độ thấm nước nhỏ thì chọn tỉ lệ N/X nhỏ để đạt cường độ cao hơn.
 - Với đất có độ thấm cao, mà yêu cầu về cường độ không cao lắm, có thể pha thêm Bentonite vào vữa để giảm mất nước.
 - Tỉ lệ N/X thông thường chọn từ 1 đến 1,5.
4. Từ (1), (2), (3) tính toán số lượng vữa cần bơm cho một cột đất cần tạo ra.
5. Chọn áp suất phun (thông thường từ 40 đến 50 atm). Lý tưởng nhất là xác định bằng kinh nghiệm kết hợp với thí nghiệm hiện trường. Thông số này đồng thời cũng là hàm số giữa năng lực của bơm áp lực cao và điều kiện thực tế của đất. áp suất bơm vữa càng cao, năng lực của tia phun ra càng lớn và kết quả là hiệu quả phá đất càng cao.
 áp suất càng cao đường kính cột đất càng lớn. Đường kính cột đất còn phụ thuộc vào thời gian bơm, tức là thời gian giữ cần khoan cố định tại một chỗ để bơm và lượng vữa bơm ra tại vị trí đó.
6. Chọn kích thước và số lỗ phù hợp với cần khoan từ biểu đồ “**áp suất – lưu lượng**” để xác định vữa bơm.
7. Từ (4) và (6) tính toán thời gian bơm vữa cho một mét cột đất cần tạo ra.
8. Chọn mức độ rút cần khoan lên (thông thường 3 đến 8cm/phút) và tính toán thời gian cần thiết để bơm một lượng vữa cần thiết cho mỗi đoạn.
9. Chọn tốc độ quay của cần khoan khi rút lên. ít nhất là 1 đến 2 vòng cho mỗi đoạn.

Sử dụng các thống số tính toán qua bước 9 nói trên, tiến hành một số thí nghiệm hiện trường. ít nhất phải làm tại bốn vị trí, mỗi vị trí làm ba cột, mỗi vị trí cần thay đổi giá trị cấp phối vữa, lưu lượng và bước thời gian.

Sau khi thiết lập xong các thông số cần thiết, tiến hành đào kiểm tra cột đất để xem lại đường kính của nó, thí nghiệm kiểm tra cường độ, hệ số thấm. Nếu cột đất nằm quá sâu, có thể khoan lấy mẫu để thí nghiệm.